



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 198 10 060 A 1**

②1 Aktenzeichen: 198 10 060.4
②2 Anmeldetag: 9. 3. 98
④3 Offenlegungstag: 12. 11. 98

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 L 21/58
H 01 L 21/60
H 01 L 31/0232
G 11 C 16/02
H 01 L 49/00
G 01 N 31/00

DE 198 10 060 A 1

⑥6 Innere Priorität:
197 19 370. 6 07. 05. 97

⑦1 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦4 Vertreter:
Schoppe & Zimmermann, 81479 München

⑦2 Erfinder:
Oppermann, Hermann, Dr.-Ing., 10965 Berlin, DE;
Azdasht, Ghassem, Dipl.-Ing., 14052 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat und eine damit hergestellte elektrische Schaltung

⑤7 Bei einem Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat und einer elektrischen Schaltung, die gemäß diesem Verfahren erzeugt wird, wird ein Substrat bereitgestellt, das eine Öffnung aufweist, die sich von einer ersten Hauptoberfläche des Substrats zu einer zweiten Hauptoberfläche des Substrats erstreckt, und das Bauelement und das Substrat werden mittels eines Lotmaterials derart verbunden, daß das Bauelement über der Öffnung in dem Substrat angeordnet ist, so daß sich zwischen Bauelement und Substrat ein Zwischenraum einstellt.

DE 198 10 060 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat und auf eine elektrische Schaltung, die unter Verwendung dieses Verfahrens erzeugt wurde. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat in Flip-Chip-Technologie.

Bei der bekannten Flip-Chip-Technologie werden die Chips bzw. Bauelemente mit der aktiven Seite nach unten auf einem Substrat angebracht. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit wird ein Unterfüller bzw. Underfiller in den Spalt zwischen dem Bauelement und dem Substrat eingebracht, wobei das hierfür verwendete Epoxid-Harz direkt an dem Rand des Bauelements abgesetzt oder "dispensiert" wird, und dasselbe infolge der Kapillarkräfte unter den Spalt fließt, bis dieser komplett gefüllt ist.

Ein Nachteil dieser Technologie besteht darin, daß Gassensoren, Feuchtesensoren und Sensoren, die eine direkte atmosphärische Einwirkung für ihre Funktion benötigen, nicht in Flip-Chip-Technologie unter Verwendung eines Unterfüllers eingesetzt werden können. Diese werden ohne Unterfüller direkt auf das Substrat, z. B. ein Siliziumsubstrat, gesetzt, oder in konventioneller Drahtbondtechnik mit der aktiven Seite nach oben angebracht.

Ein weiterer Nachteil dieser Technologie besteht darin, daß bei der Reinigung des Spalts zwischen dem Bauelement und dem Substrat mittels eines Reinigungsmittels die Reinigung unvollständig ist, da der Spalt zu eng ist, und daher lediglich ein ungenügender Durchfluß von Reinigungsmittel erfolgt. Dies gilt ebenso für das Trockenblasen nach der Reinigung.

Wiederum ein weiterer Nachteil dieser Technologie besteht darin, daß beim Absetzen oder "Dispensieren" des Unterfüllers an den Rand des Bauelements und beim Eindringen des Unterfüllers in den Spalt durch Kapillarkräfte das Fließen des Unterfüllers sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, und somit die Prozeßzeit verlängert wird.

Ein anderer Nachteil der bekannten Flip-Chip-Technologie besteht darin, daß Lufteinschlüsse durch unterschiedlich schnelles Fließen des Unterfüllers oder aufgrund des Absetzens des Unterfüllers an allen Chipkanten, so daß die Luft, die sich unter dem Chip befindet, unter Umständen nicht mehr vollständig entweichen kann, entstehen können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat und eine elektrische Schaltung, die unter Verwendung dieses Verfahrens erzeugt wird, zu schaffen, wobei die dem Substrat zugewandte Seite des Bauelements vorübergehend oder dauerhaft zugänglich ist, und ein verbessertes Reinigen und Unterfüllen des Spalts zwischen Bauelement und Substrat ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Verbindung eines Bauelements mit einem Substrat gemäß Anspruch 1 und eine elektrische Schaltung gemäß Anspruch 24 gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch das Vorsehen einer Öffnung in dem Substrat, die optional eine Barriere an ihrem Rand aufweist, eine verbesserte Reinigung des Spalts zwischen Bauelement und Substrat erfolgen kann, und daß Gassensoren, Feuchtesensoren und Sensoren, die eine direkte atmosphärische Einwirkung für ihre Funktion benötigen, dadurch in Flip-Chip-Technologie aufgebaut werden können.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß ein Reinigen des Zwischenraums oder Spalts zwischen dem Bauelement und dem Substrat von Flußmittelrückständen und ein Trockenblasen desselben durch Zuführen des Reinigungsmittels bzw. der Luft, z. B. Stickstoff, in die Öffnung

von der Rückseite des Substrats erfolgen kann. Dies geschieht in vorteilhafter Weise z. B. durch Einspritzen des Reinigungsmittels von der Unterseite des Substrats und/oder durch Ansaugen desselben von der Oberseite.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß an der Öffnung ein Unterdruck angelegt werden kann, um die Fließgeschwindigkeit des Unterfüllers zu erhöhen, oder darin, daß der Unterfüller durch die Öffnung eingepreßt oder von oben angesaugt werden kann, wodurch Lufteinschlüsse minimiert werden.

Wiederum ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß an allen Kanten des Bauelements Unterfüller abgesetzt werden kann, da die durch den Unterfüller verdrängte Luft über die Öffnung in dem Substrat entweichen kann, womit die Gefahr von Lufteinschlüssen verringert wird.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß durch das schnellere Fließen des Unterfüllers, oder dadurch, daß der Unterfüller bedingt durch den Bereich der Öffnung nicht mehr unter den gesamten Chip fließen muß, die Prozeßzeiten mehr als halbiert werden.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht weiterhin darin, daß über der Öffnung in dem Substrat Bauelemente angeordnet werden können, die Luft (Dielektrizitätskonstante 1) als umgebendes Medium, wie z. B. HF-Bauelemente, oder eine direkte atmosphärische Einwirkung für ihre Funktion benötigen.

Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Substrat und ein Bauelement, die gemäß der vorliegenden Erfindung verbunden wurden;

Fig. 2 die Anordnung von Fig. 1 nach dem Schritt des Unterfüllens;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung mit einem optisch transparenten Unterfüller mit integrierter Linse;

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung eines Substrats und eines Bauelements, bei der das Substrat eine Barriere aufweist;

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung eines Substrats und eines Bauelements, bei der das Bauelement eine Barriere aufweist;

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung eines Substrats und eines Bauelements, bei der das Substrat eine eingesteckte Hülse aufweist;

Fig. 7 eine optische Anordnung, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde;

Fig. 8 eine optische Anordnung aus einem LED-Bauelement, einem Substrat und einer Linse;

Fig. 9 eine optische Anordnung aus einem optischen Bauelement und einem daran angekoppelten Faserstecker;

Fig. 10 eine Anordnung mit einem optischen Bauelement und einer Kugellinse;

Fig. 11 eine Anordnung mit einem Bauelement und einem Schutzgitter;

Fig. 12 eine Anordnung mit einem Bauelement und einer gasdurchlässigen Membran;

Fig. 13 eine Anordnung mit einem Bauelement und einer biegsamen Membran;

Fig. 14 eine Anordnung mit einem Bauelement und einer chemisch aktiven Füllung in der Öffnung im Substrat;

Fig. 15 eine weitere Anordnung mit einem Bauelement und einer wärmeleitenden Füllung in der Öffnung im Substrat;

Fig. 16 eine Anordnung, bei der das Bauelement eine Ab-

deckung aufweist; und

Fig. 17 eine Anordnung eines Substrats und eines EPROMs.

In der nachfolgenden Beschreibung sind gleiche Elemente und Teile in den Zeichnungen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein Bauelement 100 und ein Substrat 102, die gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verbunden wurden, wobei der Schritt des Unterfüllens noch nicht ausgeführt ist.

Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wird zunächst das Substrat 102 bereitgestellt, das eine Öffnung 104 aufweist, die sich von einer ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 zu einer zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 erstreckt. Der Durchmesser der Öffnung 104 im Substrat 102 liegt im Bereich von 50 µm bis zu mehreren Millimetern, abhängig von der Größe der nicht mit Lötperlen oder Bumps versehenen Fläche unter dem Bauelement 100 oder dem Chip. Das Bauelement 100 wird mit dem Substrat 102 mittels eines Lotmaterials 110 derart verbunden, daß das Bauelement 100 über der Öffnung 104 in dem Substrat 102 angeordnet ist, so daß sich zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102 ein Zwischenraum 112 einstellt. Das Bauelement 100 weist auf einer ersten Hauptoberfläche 116 Anschlußflächen 114 auf. Das Substrat 102 weist auf der ersten Hauptoberfläche 106 um die Öffnung 104 herum Anschlußflächen 118 auf, deren Anordnung der Anordnung der Anschlußflächen 114 auf dem Bauelement 100 entspricht. Beim Verbinden des Bauelements 100 mit dem Substrat 102 wird das Lotmaterial 110 auf die Anschlußflächen 114, 118 des Bauelements 100 und des Substrats 102 aufgebracht, wobei das Bauelement 100 vor dem Verbinden mit dem Substrat 102 ausgerichtet wird. Anschließend wird der Zwischenraum 112 bzw. der Spalt zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102 von Flußmittelrückständen durch Zuführen eines Reinigungsmittels über die Öffnung 104, z. B. von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 aus, gereinigt, und anschließend wird der Zwischenraum 112 trocken geblasen.

Optional kann die Öffnung 104 eine Metallisierung oder eine Durchkontaktierung 120 einer Innenkante 122 aufweisen, die sich bis auf die zweite Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 erstreckt.

Die Öffnung 104 dient zum Reinigen des Zwischenraums 112, um Flußmittelrückstände zu entfernen, zum Trocknen nach dem Reinigen und zum Unterfüllen.

Beim dem Schritt des Reinigens und Trockenblasens wird das Reinigungsmittel in vorteilhafter Weise z. B. durch Einspritzen durch die Öffnung 104 von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 und/oder durch Ansaugen von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 zugeführt, so daß ein besserer Durchfluß des Reinigungsmittels erfolgt.

Fig. 2 zeigt die Anordnung aus Fig. 1 nach den Schritten des Reinigens und Trocknens des Zwischenraums 112 zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102 und nach dem Einbringen eines Unterfüllers 124 in den Zwischenraum 112 und in die Öffnung 104. Die Öffnung 104 im Substrat 102 ist nach dem Unterfüllen geschlossen.

Beim dem Schritt des Unterfüllens wird an die Öffnung 104 ein Unterdruck angelegt, um die Fließgeschwindigkeit des Unterfüllers 124 zu erhöhen. Anstelle des Anlegens eines Unterdrucks an die Öffnung 104 kann der Unterfüller 124 durch die Öffnung 104 eingepreßt werden, oder der Unterfüller 124 kann von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 aus durch einen Randspalt 126, 128 zwischen einer Kante 130, 132 der Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 und der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 angesaugt werden. Dies minimiert die Bildung von

Lufteinschlüssen.

Nach dem Unterfüllen des Bauelements 104 bildet der Unterfüller 124 in dem Bereich des Randspalts 126 bzw. 128 einen ersten und einen zweiten Randbereich 133a, 133b, die sich von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 zu der ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken, wobei der erste Randbereich 133a einen ersten Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet, und der zweite Randbereich 133b einen zweiten Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet.

Wird ein optisch transparenter Unterfüller 124 verwendet, kann die Öffnung 104 für die Integration von Linsen 134, wie es in der Fig. 3 dargestellt ist, und anderen optisch passiven Bauelementen genutzt, und mit dem Unterfüller 124 verschlossen werden. Die Öffnung 104 kann außerdem unter Verwendung eines optisch transparenten Unterfüllers 124 für das Löschen von EPROMs mittels UV-Licht verwendet werden, um diese neu zu programmieren, wobei dabei die aktive erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 bzw. des EPROMs 100 über der Öffnung 104 angeordnet ist. Ist die Innenkante 122 der Öffnung 104 metallisiert oder durchkontaktiert, so kann die Öffnung 104 zusätzlich zur elektrischen Kontaktierung aber auch zur Wärmeleitung dienen.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

In Fig. 4 ist ein mit dem Substrat verbundenes Bauelement dargestellt. Zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102 ist benachbart zu einem Rand 138 der Öffnung 104 eine Barriere angeordnet, und der Unterfüller 124 wird von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 durch die Randspalten 126, 128 eingebracht. Die Öffnung 104 im Substrat 102 wird durch den Unterfüller 124 nicht gefüllt.

Die Öffnung 104 dient wie oben zum Reinigen und Trockenblasen von Flußmittelrückständen und zum Unterfüllen. Weiterhin dient die Öffnung 104 dazu, daß Bauelemente, wie z. B. Gassensoren, Feuchtesensoren und Sensoren, die eine direkte atmosphärische Einwirkung für ihre Funktion nach der Verbindung mit dem Substrat 102 benötigen, oder Bauelemente 100, für die als umgebendes Medium Luft mit einer Dielektrizitätskonstante von Eins vorteilhaft ist, wie z. B. Bauelemente für HF-Anwendungen, derart aufgebaut werden können, daß deren aktiver Bereich dem Substrat 102 bzw. der Öffnung 104 zugewandt ist. Solche Bauelemente können gemäß der vorliegenden Erfindung in der Flip-Chip-Technologie aufgebracht werden.

Die Barriere 136 verhindert das Fließen des Unterfüllers 124 in einen Raum 140, der durch die Öffnung 104, durch die Barriere 136, und durch die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 begrenzt wird. Dadurch wird die aktive erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 nicht durch den Unterfüller 124 bedeckt, was den Aufbau der oben erwähnten Bauelemente ermöglicht.

Beim Unterfüllen wird der Unterfüller 124 von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 aus von einer, mehreren oder allen Seiten in die Randspalten 126, 128 zugeführt bzw. in der Nähe derselben abgesetzt oder dispenst. Der Unterfüller 124 fließt dabei in den Zwischenraum 112, und füllt denselben bis zu der Barriere 136, die ein weiteres Fließen des Unterfüllers 124 in den Raum 140 verhindert.

Der Unterfüller 124 kann von allen Seiten in die Randspalten 126, 128 zugeführt werden. Die dabei eingeschnürte Luft kann über die Barriere 136 und damit nach außen über die Öffnung 104 entweichen. Die Gefahr von Luftpneinschlüssen wird damit verringert, und die Prozeßzeiten werden mehr als halbiert, da der Unterfüller 124 nicht mehr in den gesamten Zwischenraum 112 bzw. in den durch die Barriere

136 verkleinerten Zwischenraum 112 fließt. Obwohl der Raum 140 nicht gefüllt wird, werden die Vorteile des Unterfüllens dadurch nicht beeinflusst.

Die Barriere 136 kann durch Legen eines Damms um die Öffnung 104 auf dem Substrat 102 oder der Leiterplatte, z. B. durch Dispensen von Epoxid-Harzen, erzeugt werden. Die Barrierenhöhe ist dabei kleiner als die Höhe des Lotmaterials 110 bzw. der Lötperlen.

Nach dem Unterfüllen des Bauelements 100 bildet der Unterfüller 124 in dem Bereich des Randspalts 126 bzw. 128 einen dritten und einen vierten Randbereich 139a, 139b, die sich von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 zu der ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken, wobei der dritte Randbereich 139a einen dritten Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet, und der vierte Randbereich 139b einen vierten Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet.

Anstelle der in der Fig. 4 dargestellten Anordnung der Barriere 136, kann die Barriere 136 bzw. der Damm auf dem Bauelement 100, das ein Sensor, ein Aktor oder ein anderes Bauelement ist, z. B. durch Dispensen von Epoxid-Harzen, benachbart zu dem Rand 138 der Öffnung 104 aufgebracht werden, wie es in Fig. 5 dargestellt ist.

Die Randbereiche 139a, 139b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 4 ausgebildet.

Die Barriere 136 kann im Fertigungsprozeß des Substrats 102, z. B. einer Leiterplatte, durch galvanische Abscheidung erzeugt werden.

Die Barriere 136 kann auch durch eine Oberflächenbeschichtung oder -behandlung des Randbereichs um die Öffnung 104 geschaffen werden, so daß die Oberflächenspannung zu dem Unterfüller 124 derart vergrößert wird, daß dieser die Barriere 136 nicht benetzt.

Andere Formen der Barrierenbildung sind möglich. Die Barriere 136, die die Öffnung 104 umgibt, muß z. B. nicht fortlaufend ausgebildet sein, sondern sie kann durch kleine Zwischenräume unterbrochen sein, oder sie kann aus eng beabstandeten Höckern bestehen.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, kann die Barriere 136 durch vorgefertigte Hülsen 142, die z. B. in das Substrat 102 gesteckt oder eingelötet werden, gebildet werden. Die Hülse 142 wird dabei an der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 in die Öffnung 104 eingebracht, derart, daß ein Flansch 144 der Hülse auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 aufliegt und zu dem Flansch 144 senkrechte Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 sich von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 bis kurz vor die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken und so die Barriere bilden. Die Hülse 142 kann ein Innengewinde oder andere Anschlußelemente aufweisen, die zur Anbringung von weiteren Bauelementen auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 dienen.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Ferner existieren zusätzliche Anwendungen, bei denen ein Zugang zu der aktiven Chipoberfläche 116 erwünscht ist. Die aktive Chipoberfläche 116 ist gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer Flip-Chip-Befestigung nicht vollständig verborgen bzw. nach dem Unterfüllen nicht vollständig abgedeckt. Nachfolgend werden weitere bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben.

In Fig. 7 ist eine optische Anordnung dargestellt, die aus einer LED 100a, einer PIN-Diode 100b und dem Substrat 102 besteht. Die LED 100a ist mit dem Substrat 102 über eine Lotverbindung 110a und einen Unterfüller 124a verbunden. Auf der ersten Hauptoberfläche 116a der LED 100a sind Anschlußflächen 114a und auf der ersten Hauptober-

fläche 106 des Substrats 102 sind Anschlußflächen 118a vorgesehen. Weiterhin ist auf der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 eine Barriere 136a benachbart zu einem ersten Rand 138a der Öffnung 104 gebildet. Symmetrisch zu dem Substrat 102 ist die PIN-Diode 100b über eine Lotverbindung 110b und einen Unterfüller 124b mit der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 verbunden. Auf der ersten Hauptoberfläche 116b der PIN-Diode 100b sind Anschlußflächen 114b und auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 sind Anschlußflächen 118b gebildet. Eine Barriere 136b ist auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 benachbart zu einem zweiten Rand 138b der Öffnung 104 gebildet. Pfeile in der Fig. 7 beschreiben die Übertragung von Licht von der LED 100a zu der PIN-Diode 100b.

Die Verbindung und der elektrische Kontakt der LED 100a mit dem Substrat 102 wird durch die Anschlußflächen 114a, durch die Anschlußflächen 118a und durch die Lotverbindungen 110a gebildet. Die Verbindung und der elektrische Kontakt der PIN-Diode 100b mit dem Substrat 102 wird durch die Anschlußflächen 114b, durch die Anschlußflächen 118b und durch die Lotverbindungen 110b gebildet.

Die Barrieren 136a, 136b verhindern das Fließen der Unterfüller 124a, 124b in einen Raum 152, der durch die Barrieren 136a, 136b, durch die Innenkante 122 der Öffnung 104, durch die erste Hauptoberfläche 116a des Bauelements 100a und durch die erste Hauptoberfläche 116b des Bauelements 100b begrenzt ist. Der Raum 152 ermöglicht, daß das von der LED 100a ausgesandte Licht, wie z. B. durch Pfeile in Fig. 7 gezeigt, ungehindert auf die PIN-Diode 100b treffen kann. Die Anordnung dient zur galvanischen Trennung der LED 100a und der PIN-Diode 100b bzw. als Optokoppler.

Die Randbereiche 139a, 139b des Unterfüllers 124a und die Randbereiche 151a, 151b des Unterfüllers 124b sind ähnlich zu der Fig. 4 ausgebildet.

Fig. 8 zeigt eine Anordnung, bei der das Bauelement 100 als LED (Licht-Emitter-Diode) ausgeführt ist. Das Substrat 102 umfaßt die Barriere 136 und eine Linse 154. Die Linse 154 ist mit zwei Halteelementen 156, 158, die an einer Halterung 160 vorgesehen sind, befestigt, wobei die Halterung 160 auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 um die Öffnung 104 herum, z. B. durch Löten, angebracht ist, und die Halteelemente 156, 158 und die Linse 154 leicht in den Raum 140 hineinragen. Alternativ kann die Halterung 160 z. B. in der Form einer Hülse in die Öffnung 104 eingesteckt werden. Anstelle der Linse 154 oder zusätzlich dazu können Linsen, Blenden, halbdurchlässige Spiegel, Strichgitter, Prismen, Polarisatoren, optische Filter oder andere optische Bauelemente verwendet werden.

Anwendungen dieser Anordnung liegen dabei insbesondere in der Kombination von Linsen, Blenden etc. mit LEDs, Laserdioden, insbesondere vertikal emittierende Laserdioden, z. B. bei der Kopplung einer LED oder eines Lasers an eine Faser oder allgemeiner zur Auskopplung von erzeugtem Licht, wie z. B. durch die Pfeile in Fig. 8 dargestellt, aus einer Lichtquelle und bei der Aufteilung des Lichts bezüglich der Intensität, Wellenlänge, der Polarisation etc. Weitere Anwendungen liegen in der Kombination von Linsen, Blenden etc. mit PIN-Dioden, z. B. zur Einkopplung von zu erfassendem Licht in die PIN-Diode, und in der Kombination mit anderen optisch aktiven und passiven Bauelementen.

Die Randbereiche 139a, 139b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 4 ausgebildet.

Fig. 9 zeigt eine Anordnung, bei der das Bauelement 100 eine LED oder einer PIN-Diode ist, die mit einer optischen Faser 162 oder einem Faserstecker 163, der eine optische

Faser 162 aufweist, gekoppelt ist. Die Hülse 142 ist ähnlich wie bei der in Fig. 6 gezeigten Anordnung in die Öffnung von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 aus, z. B. durch Löt- oder Stecktechniken, eingebracht. Die Faser 162 bzw. der Faserstecker 163 ist ferner in die Hülse 142 eingebracht, und mit derselben, z. B. durch ein Innengewinde oder durch Anschlußelemente, verbunden. Die Faser 162 ist nahe der und zentriert zu der aktiven Oberfläche 116 des Bauelements 100 positioniert, um z. B. eine effektive Einkopplung der emittierten LED-Strahlung in die Faser 162 zu ermöglichen. Anwendungen liegen dabei insbesondere in der Kombination mit LEDs, Laserdioden (insbesondere vertikal emittierende Laserdioden), PIN-Dioden und anderen optisch aktiven und passiven Bauelementen.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Fig. 10 zeigt eine Anordnung eines optischen Bauelements 100, z. B. einer LED, mit einer Kugellinse 164. Die Kugellinse 164 ist in die Öffnung 104 in dem Substrat 102 eingebracht und erstreckt sich in den Zwischenraum 112 zwischen dem Substrat 102 und dem Bauelement 100 und berührt die aktive erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100. Die Linse 164 ist mit der aktiven Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 ausgerichtet, und dieselbe ist mit dem Unterfüller 124, z. B. einem optisch transparenten Unterfüller, mechanisch fixiert.

Die Linse 164 dient zur Auskopplung von emittiertem Licht, wie durch die Pfeile 165 dargestellt, aus dem Bauelement 100 sowie zur Bildung einer Barriere für den Unterfüller 124. Alternativ können andere Elemente, wie z. B. Linsen, optische Filter, Prismen etc. eingebracht werden, und ferner als Barriere für den Unterfüller 124 dienen.

Nach dem Unterfüllen des Bauelements 104 bildet der Unterfüller 124 in dem Bereich des Randspalts 126 bzw. 128 einen fünften und einen sechsten Randbereich 166a, 166b, die sich von der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 zu der ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken, wobei der fünfte Randbereich 166a einen fünften Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet, und der sechste Randbereich 166b einen sechsten Winkel mit der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 bildet.

Der Unterfüller 124 bildet ferner Grenzflächen 167a, 167b zwischen der ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 und der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102 benachbart zu der Linse 164, wobei die Grenzfläche 167a einen siebten Winkel zu der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats und die Grenzfläche 167b einen achten Winkel zu der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats bildet.

Bezugnehmend auf Fig. 11 wird eine Anordnung beschrieben, die das Bauelement 100, z. B. einen Chip, Sensor oder Aktor, und die Hülse 142 mit einem Schutzgitter 168 umfaßt. Die Hülse 142 wird dabei auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 in die Öffnung im Substrat 102 eingebracht, derart, daß der Flansch 144 auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 aufliegt und die zu demselben senkrechten Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 sich von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 bis kurz vor die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken. Das Schutzgitter 168 liegt ausgerichtet zu der aktiven Oberfläche 116 des Bauelements 100 in einer Ebene mit dem Flansch 144 und ist mit demselben verbunden.

Die Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 dienen als Barriere für den Unterfüller 124. Das Gitter 168 dient dem mechanischen Schutz der aktiven Oberfläche 116 des Bauelements 100, z. B. von Gas-, Druck-, Feuchte-, Temperatur-

sensoren und ferner von HF-Bauelementen, die ein Dielektrikum mit einer Dielektrizitätszahl von 1 benötigen.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Fig. 12 und 13 zeigen eine Anordnung mit dem Bauelement 100, z. B. einen Chip, einen Sensor oder einen Aktor, das mit dem Substrat 102, das die Hülse 142 wie bei der Fig. 11 in der Öffnung im Substrat 102 aufweist, verbunden ist. Die Hülse 142 wird dabei auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 in die Öffnung 104 eingebracht, derart, daß der Flansch 144 auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 aufliegt, und die zu demselben senkrechten Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 sich von der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 bis kurz vor die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 erstrecken. Bei der in Fig. 12 dargestellten Anordnung weist der Flansch 144 einen Vorsprung 170 hin zu einer Öffnung 172 der Hülse 142 auf, an dem ausgerichtet mit der Öffnung 172 eine Membran 174 befestigt ist. Bei der in Fig. 13 dargestellten Anordnung ist eine Membran 176 mit ihrem Rand 177 zwischen den Seitenwänden 148, 150 der Hülse 142 und der ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 angeordnet, derart, daß sich dieselbe in einer Berührung oder benachbart und ausgerichtet zu der aktiven ersten Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 befindet.

Die Seitenwände 148, 150 dienen als Barriere für den Unterfüller 124. In Fig. 12 kann die Membran 174 eine gasdurchlässige oder teildurchlässige Membran sein; die zur selektiven Detektion bestimmter Gase dient. In Fig. 13 kann die Membran 176 eine bewegliche oder biegsame Membran sein, die der Detektion schneller Druckänderungen dient, wobei eine kapazitive oder induktive Messung über den Sensorchip bzw. das Bauelement 100 erfolgt.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Fig. 14 zeigt eine Anordnung, bei der das Bauelement 100, z. B. ein Chemo-Sensor, mit dem Substrat 102 verbunden ist, und in der Öffnung im Substrat 102 ist ähnlich wie bei der Anordnung in Fig. 12 eine Hülse 142 mit Seitenwänden 148, 150 eingebracht, z. B. eingesteckt oder eingelötet. An dem Vorsprung 170 des Flanschs 144 ist optional ein Verschluß 178 mit einem Ventilationsloch oder einer Düse 180 befestigt. Der durch die Seitenwände 148, 150 der Hülse 142, den Verschluß 178 und die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 begrenzte Bereich bildet einen Raum 182, der ein Depot bildet, das mit verschiedensten aktiven oder passiven Stoffen, wie z. B. Trockenmittel, Aktivkohle, Gele, Chemikalien, Arzneistoffe etc., gefüllt sein kann.

Die Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 dienen wiederum als Barriere für den Unterfüller 124. Das Sensor- oder Aktorbauelement bzw. das Bauelement 100 kann als aktives Element bestimmte Stoffe durch Aufheizen freisetzen (Chemo-Aktor) oder durch Eindiffusion in das Depot messen (Chemo-Sensor).

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Fig. 15 zeigt eine Anordnung des Bauelements 100, z. B. eines Chips, eines Sensors oder eines Aktors, mit dem Substrat 102, bei der wie bei der Anordnung in Fig. 6 eine Hülse 142 mit Seitenwänden 148, 150 in die Öffnung im Substrat 102 eingebracht, z. B. eingesteckt oder eingelötet, ist. Der durch die Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 und die erste Hauptoberfläche 116 des Bauelements 100 begrenzte Bereich bildet wiederum einen Raum 182, der mit einer Füllung aus wärmeleitenden Material, wie z. B. Kupfer, Lot oder anderen Materialien gefüllt ist. Anstelle der Füllung kann auch ein Kühlfinger verwendet werden.

Die Seitenwände 148, 150 der Hülse 142 dienen als Barriere für den Unterfüller 124. Die wärmeleitende Füllung bzw. der Kühlfinger ermöglichen neben der Erfassung einer Temperatur ferner eine effektive thermische Ableitung von Wärme auf die zweite Oberfläche 108 des Substrats 102.

Die Randbereiche 133a, 133b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 2 ausgebildet.

Andere Substanzen mit spezifischen physikalischen Eigenschaften können in die Öffnung im Substrat 102 und den Raum 182 und somit in die unmittelbare Nähe der aktiven Bauelementoberfläche, z. B. eines Sensors oder eines Aktors, gebracht werden, wie z. B. Weich- oder Permanentmagnete für Strom oder Magnetsensoren und optisch anisotrope Materialien für optische Anwendungen.

Andere Substanzen zur Unterstützung der Sensorikfähigkeit, wie z. B. Diffusionsschichten, Kontaktmittel für Sensoren auf der Haut, etc., können in die Öffnung im Substrat 102 und den Raum 182 eingebracht werden.

Bezugnehmend auf Fig. 16 wird eine Anordnung beschrieben, bei der das Bauelement 100, z. B. ein Chip, ein Sensor, ein Aktor, eine Laserdiode, eine Empfangsdiode etc., mit dem Substrat 102 mittels des Lotmaterials 110 und des Unterfüllers 124 oder einer Füllung verbunden ist. Das Substrat 102 weist Anschlußflächen 184 auf der zweiten Hauptoberfläche 108 des Substrats 102 auf, auf die ein Lotmaterial 186 bzw.

Lotkugeln aufgebracht sind. Eine Kappe 188, die mit dem Unterfüller 124, z. B. Silikon etc., gefüllt oder nicht gefüllt ist, oder eine Verkapselungsmasse, wie z. B. Globtop, oder durch Transfermolding oder Spritzguß gebildet, deckt eine zweite Hauptoberfläche 190 des Bauelements 100 und einen Teil der ersten Hauptoberfläche 106 des Substrats 102, der nicht zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102 liegt, ab. Es können ferner Löcher in der Kappe 188 oder in dem Unterfüller 124, z. B. für Differenzdrucksensoren, vorgesehen werden.

Die Kappe 188 dient zum mechanischen Schutz des Bauelements 100 und der gesamten Verbindung zwischen dem Bauelement 100 und dem Substrat 102. Das Lotmaterial 186 bzw. die Lotverbindungen dienen zur elektrischen Verbindung der gesamten Anordnung mit externen Bauelementen oder Vorrichtungen. Durch die Kappe 188 und die Lotverbindungen 186 kann das Substrat 102 mit dem Bauelement 100 vereinzelt werden, um ein BGA-Gehäuse oder ein CSP-Gehäuse zu erzeugen.

Die Fig. 17 zeigt eine Anordnung des Bauelements 100, z. B. eines EPROMs, mit dem Substrat 102 mittels der Lotverbindung 110 und dem Unterfüller 124. Die Barriere 136 dient dazu, um das Fließen des Unterfüllers 124 in den Raum 140 zu verhindern. Dadurch bleibt der Raum 140 frei von Unterfüller 124, und es kann z. B. UV-Licht 192 zur Löschung des EPROMs 100 verwendet werden, um denselben neu zu programmieren.

Die Randbereiche 139a, 139b des Unterfüllers 124 sind ähnlich zu der Fig. 4 ausgebildet.

Die in den Ausführungsbeispielen beschriebene Öffnung in dem Substrat kann eine beliebige, vom jeweiligen Anwendungsbereich der Anordnung abhängige Form aufweisen. Die Öffnung in dem Substrat kann z. B. rechteckig, oval oder rund sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102), mit folgenden Schritten:
 - a) Bereitstellen des Substrats (102), das eine Öffnung (104) aufweist, die sich von einer ersten Hauptoberfläche des Substrats (106) zu einer

zweiten Hauptoberfläche des Substrats (108) erstreckt; und

b) Verbinden des Bauelements (100) und des Substrats (102) mittels eines Lotmaterials (110), derart, daß das Bauelement (100) über der Öffnung (104) in dem Substrat (102) angeordnet ist, so daß sich zwischen dem Bauelement (100) und dem Substrat (102) ein Zwischenraum (112) einstellt.

2. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 1, bei dem das Bauelement (100) Anschlußflächen (114) auf einer ersten Hauptoberfläche (116) aufweist, und bei dem das Substrat (102) Anschlußflächen (118) auf der ersten Hauptoberfläche (106) um die Öffnung (104) herum aufweist, deren Anordnung der Anordnung der Anschlußflächen (114) auf dem Bauelement (100) entspricht, und wobei der Schritt b) folgende Teilschritte umfaßt:

b1) Aufbringen von Lotmaterial (110) auf die Anschlußflächen (114, 118) des Bauelements (100) und/oder des Substrats (102); und

b2) Ausrichten von Bauelement (100) und Substrat (102).

3. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 1 oder 2, mit folgendem Schritt:

c) Reinigen und/oder Trocknen des Zwischenraums (112) durch Zuführen eines Reinigungsmittels über die Öffnung (104) in dem Substrat (102).

4. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 3, bei dem die Zufuhr des Reinigungsmittels über die Öffnung (104) von der zweiten Hauptoberfläche (108) des Substrats (102) aus erfolgt, wobei das Reinigungsmittel dort eingespritzt und/oder von der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) aus angesaugt wird.

5. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, mit folgendem Schritt:

d) Einbringen eines Unterfüllers (124) in den Zwischenraum (112) zwischen dem Bauelement (100) und dem Substrat (102).

6. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 5, bei dem der Schritt d) das Einbringen des Unterfüllers (124) in Randspalten (126, 128), die zwischen Kanten (130, 132) des Bauelements (100) und der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) gebildet sind, und das Erzeugen eines Unterdrucks an der Öffnung (104) in dem Substrat (102) zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit des Unterfüllers (124) aufweist.

7. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 5, bei dem der Schritt d) das Einpressen des Unterfüllers (124) über die Öffnung (104) im Substrat (102) von der zweiten Hauptoberfläche (108) des Substrats (102) aus und/oder das Ansaugen des Unterfüllers (124) von der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) aus aufweist.

8. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem der Schritt d) folgende Teilschritte aufweist:

d1) Vorsehen einer Barriere (136) zwischen dem Bauelement (100) und dem Substrat (102) benachbart zu einem Rand (138) der Öffnung (104); und

d2) Einbringen des Unterfüllers (124) von der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) aus.

9. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 8, bei dem die Barriere (136) auf der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) und/oder der ersten Hauptoberfläche (116) des Bauelements (100) vorgesehen ist, oder durch die Öffnung (104) eingebracht wird.

10. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 9, bei dem die Barriere (136) ein Damm um die Öffnung ist, der aus Epoxid-Harzen, einer Hülse (142), einer galvanischen Abscheidung, einer Oberflächenbeschichtung oder einer Oberflächenbehandlung besteht.

11. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß Anspruch 9 oder 10, bei dem die Barriere (136) eine Höhe aufweist, die kleiner als die Höhe des Zwischenraums (112) zwischen Substrat (102) und Bauelement (100) ist.

12. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem der Schritt d) das Füllen der Öffnung (104) in dem Substrat (102) aufweist.

13. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, mit folgendem Schritt:

e) vollständiges oder teilweises Vorsehen einer Metallisierung (120) der Innenkante (122) der Öffnung (104) in dem Substrat (102).

14. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, mit folgenden Schritten:

f) Bereitstellen eines weiteren Bauelements (100b); und

g) Verbinden des weiteren Bauelements (100b) mit der zweiten Hauptoberfläche (108) des Substrats (102);

15. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem das Bauelement (100) ein optisches Bauelement, ein Chemo-Sensor, ein Sensor, ein Aktor oder ein Speicherbauelement ist.

16. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem eine Hülse (142) mit einem Schutzgitter (168), einer gasdurchlässigen Membran (174), einer biegsamen Membran (176), einem Faserstecker (163), mit einer chemisch aktiven Substanz (182) gefüllt oder mit einem wärmeleitenden Material (182) gefüllt in die Öffnung (104) und einen Teil des Zwischenraums (112), der sich zwischen der Öffnung (104) und der ersten Hauptoberfläche (116) des Bauelements (100) befindet, eingebracht wird.

17. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, bei dem eine Kugellinse (164), die gleichzeitig als Barriere dienen kann, in die Öffnung (104) in dem Substrat (102) eingebracht wird.

18. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem eine Linse (154) vor der Öffnung (104) auf der zweiten Hauptoberfläche (108) des Substrats (102) mittels einer Halterung (160) eingebracht wird.

19. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 18, bei dem der Unterfüller (124) ein Ep-

oxid-Harz ist.

20. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 19, bei dem der Unterfüller (124) optisch transparent ist.

21. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem das Bauelement (100) mit der aktiven Seite nach unten zeigt.

22. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, bei dem die Öffnung (104) im Substrat (102) zylindrisch ist, und der Durchmesser der Öffnung (104) abhängig von der Größe der nicht mit Lotmaterial (110) versehenen ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) ist.

23. Verfahren zur Verbindung eines Bauelements (100) mit einem Substrat (102) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem der Durchmesser der Öffnung (104) im Substrat (102) im Bereich von 50 µm bis zu mehreren Millimetern liegt.

24. Elektrische Schaltung mit folgenden Merkmalen: einem Substrat (102) mit einer Öffnung (104) und Anschlußflächen (118), die auf einer ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) um die Öffnung (104) herum angeordnet sind,

einem Bauelement (100) mit Anschlußflächen (114), die auf einer ersten Hauptoberfläche (116) des Bauelements (100) angeordnet sind, wobei deren Anordnung der Anordnung der Anschlußflächen (118) auf dem Substrat (102) entspricht,

wobei das Bauelement (100) und das Substrat (102) über ein Lotmaterial (110) verbunden sind, und das Bauelement (100) über der Öffnung (104) angeordnet ist, was einen Zwischenraum (112) zwischen Bauelement (100) und Substrat (102) bildet.

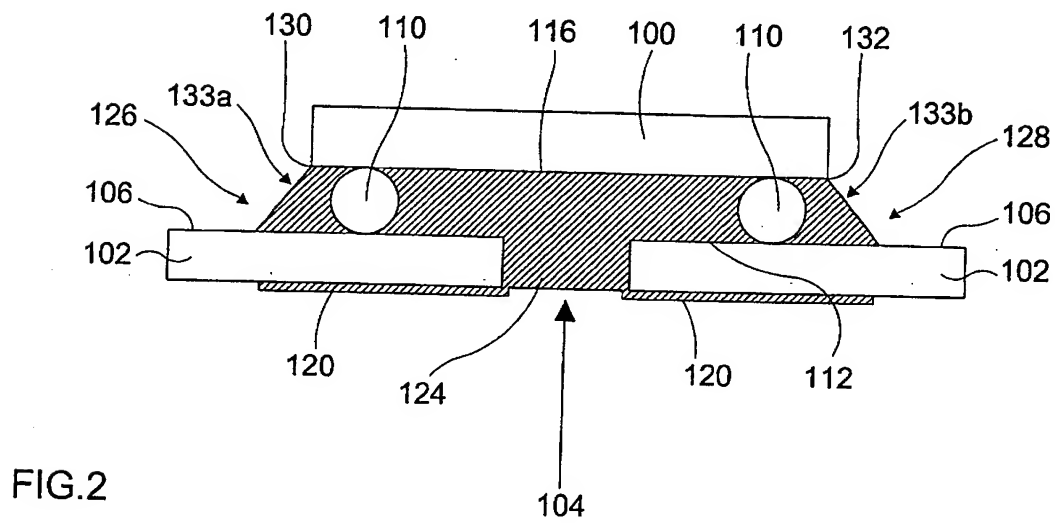
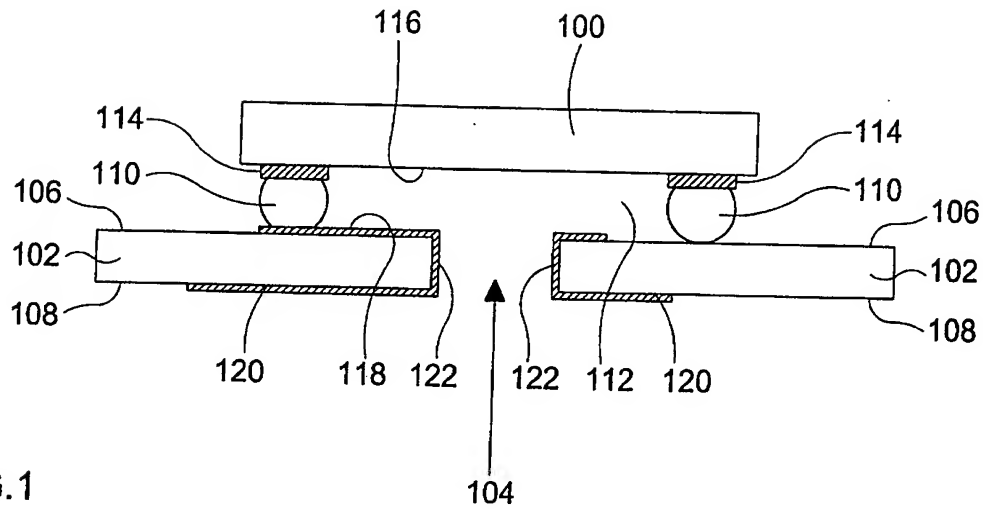
25. Elektrische Schaltung gemäß Anspruch 24, bei der der Zwischenraum (112) mit einem Unterfüller (124) gefüllt ist.

26. Elektrische Schaltung gemäß einem der Ansprüche 24 bis 25, bei der eine Barriere (136, 142, 164) zwischen dem Bauelement (100) und dem Substrat (102) benachbart zu einem Rand (138) der Öffnung (104) in dem Substrat (102) angeordnet ist, wobei ein Raum (140), der durch die Öffnung (104), durch die Barriere (136) und durch die erste Hauptoberfläche (116) des Bauelements (100) begrenzt wird, nicht mit dem Unterfüller (124) gefüllt ist.

27. Elektrische Schaltung gemäß einem der Ansprüche 24 bis 26, bei der eine Innenkante (122) der Öffnung (104) in dem Substrat (102) eine Metallisierung (120) aufweist, die sich von der ersten Hauptoberfläche (106) des Substrats (102) bis auf die zweite Hauptoberfläche (108) des Substrats (102) erstreckt.

28. Elektrische Schaltung gemäß den Ansprüchen 24 bis 27, bei der ein weiteres Bauelement (100b) auf der zweiten Hauptoberfläche (108) des Substrats (102) mit einem Lotmaterial (110b) und einem Unterfüller (124b) angebracht ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen



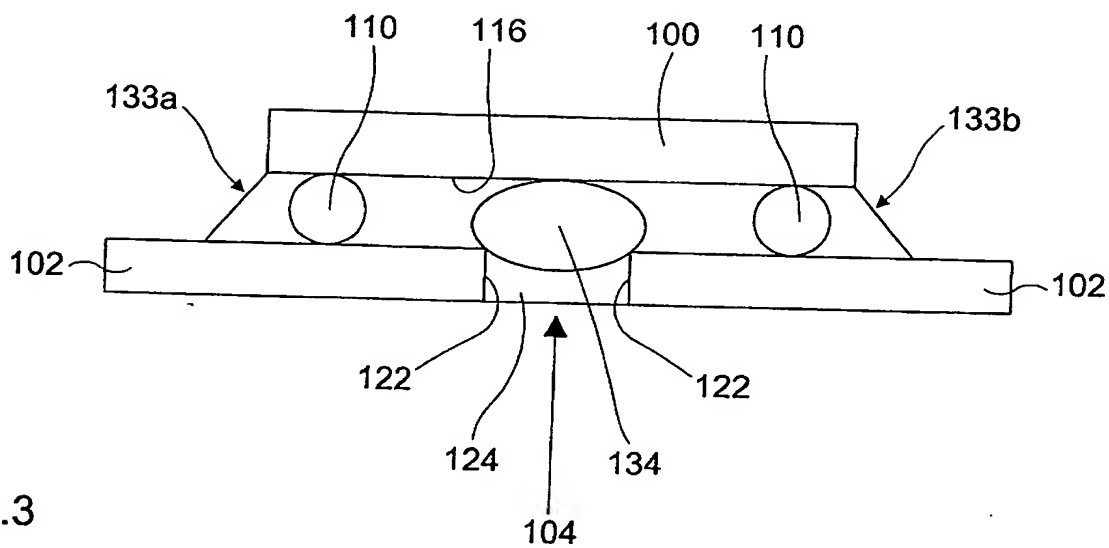


FIG. 3

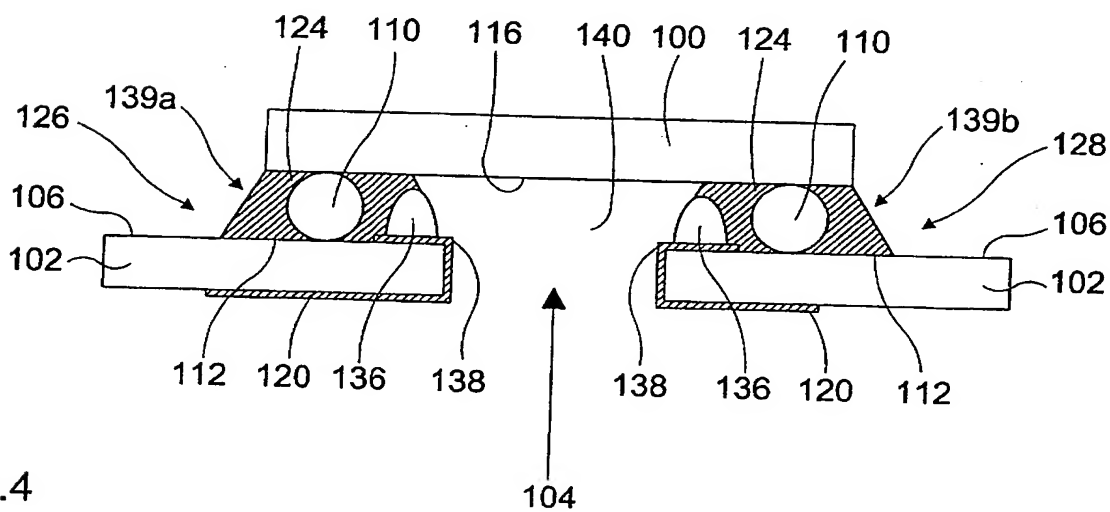
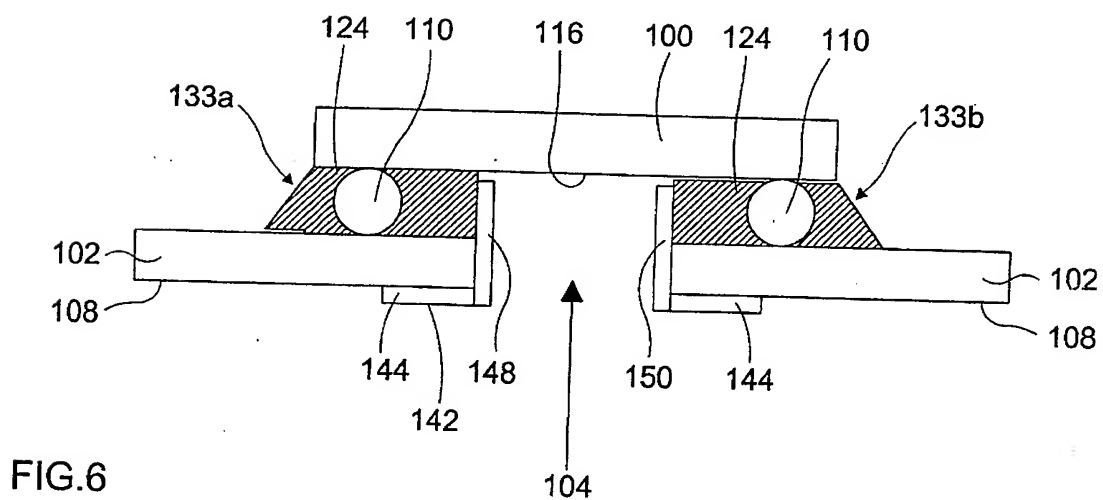
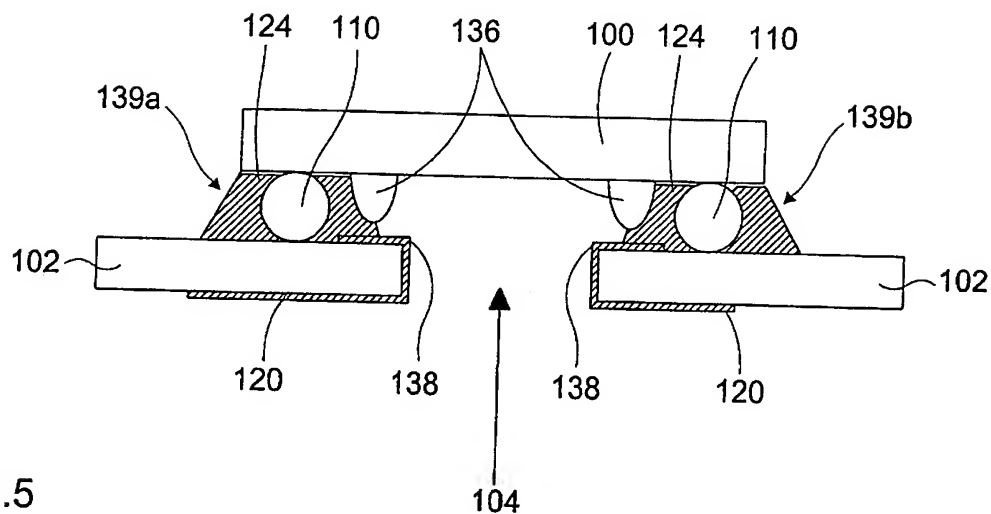
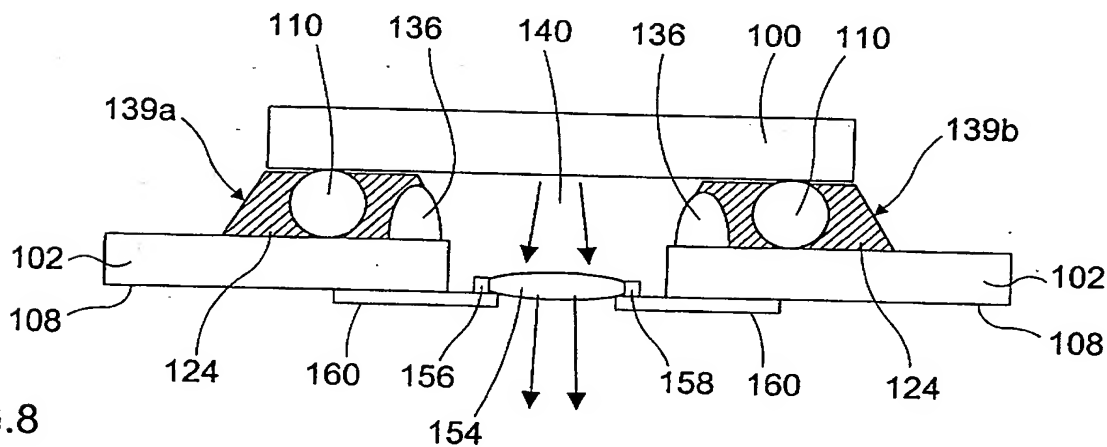
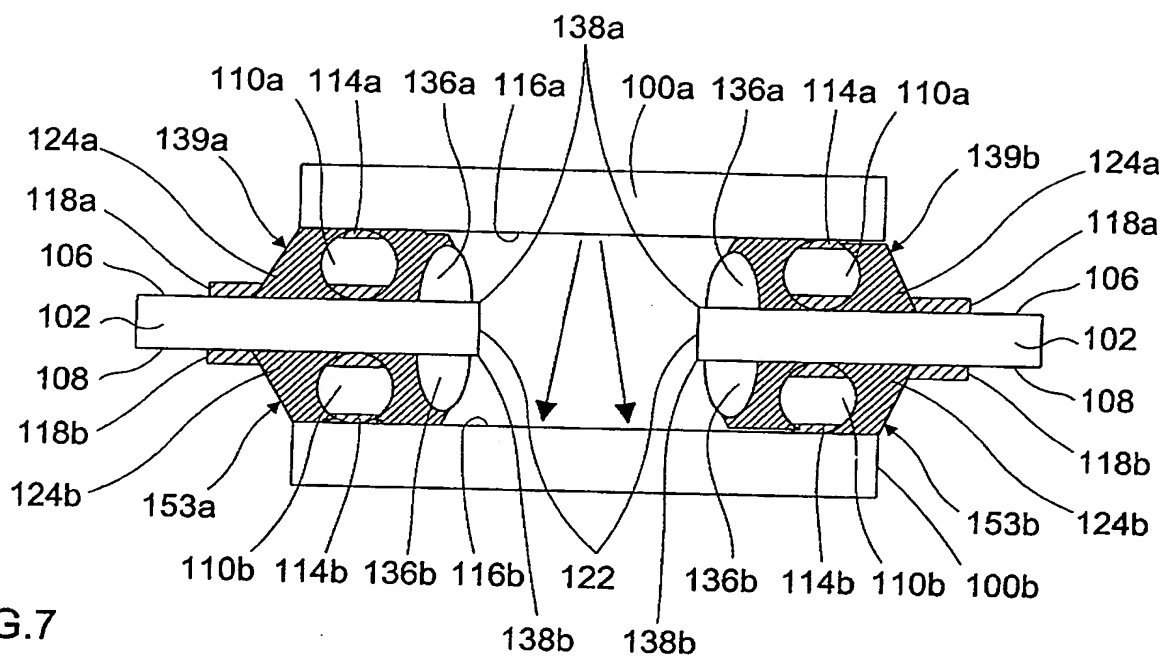


FIG. 4





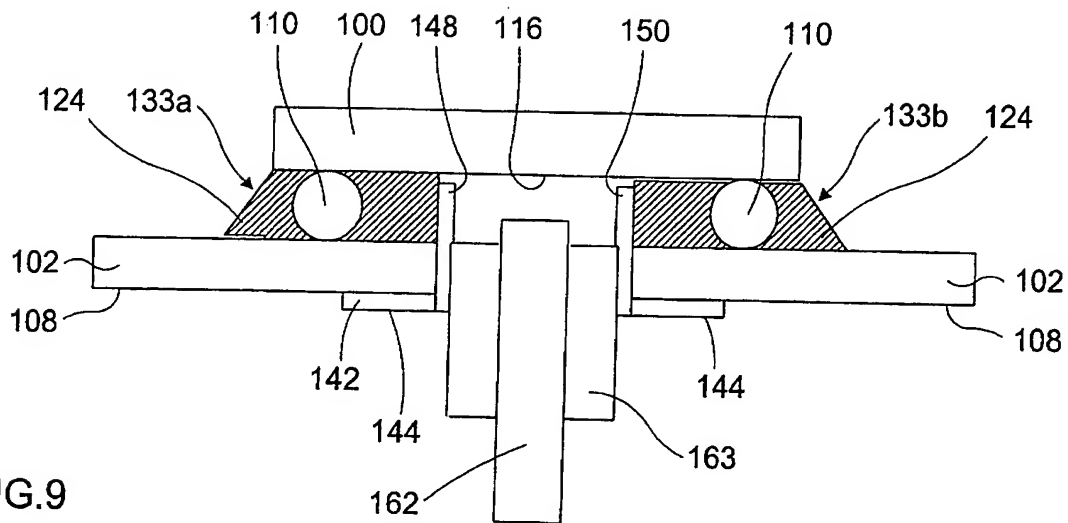


FIG. 9

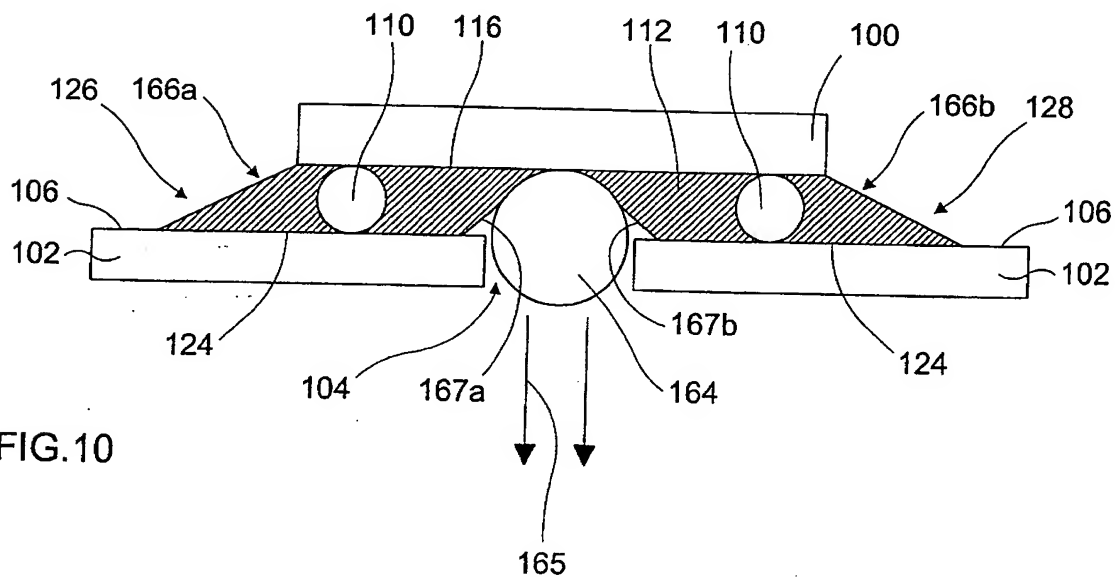


FIG. 10

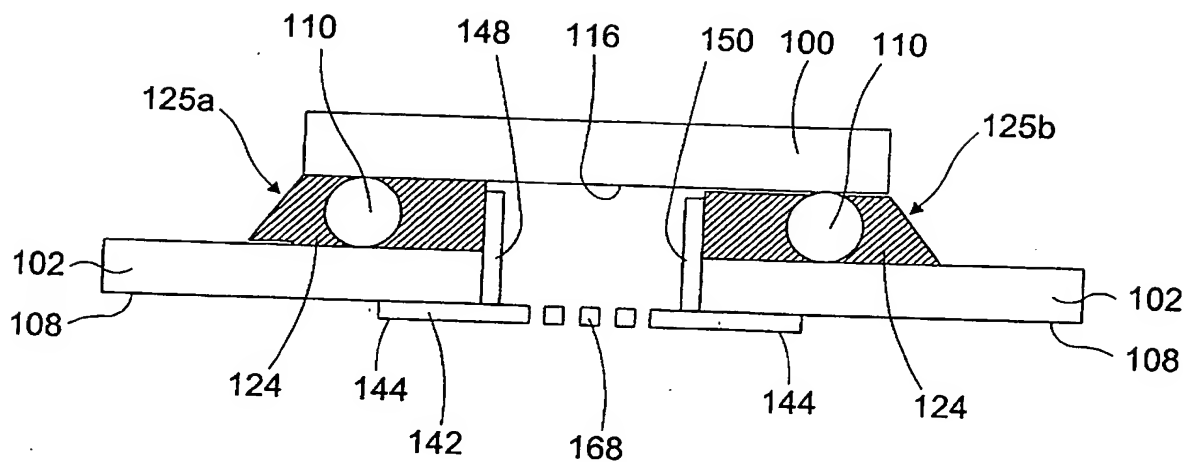


FIG. 11

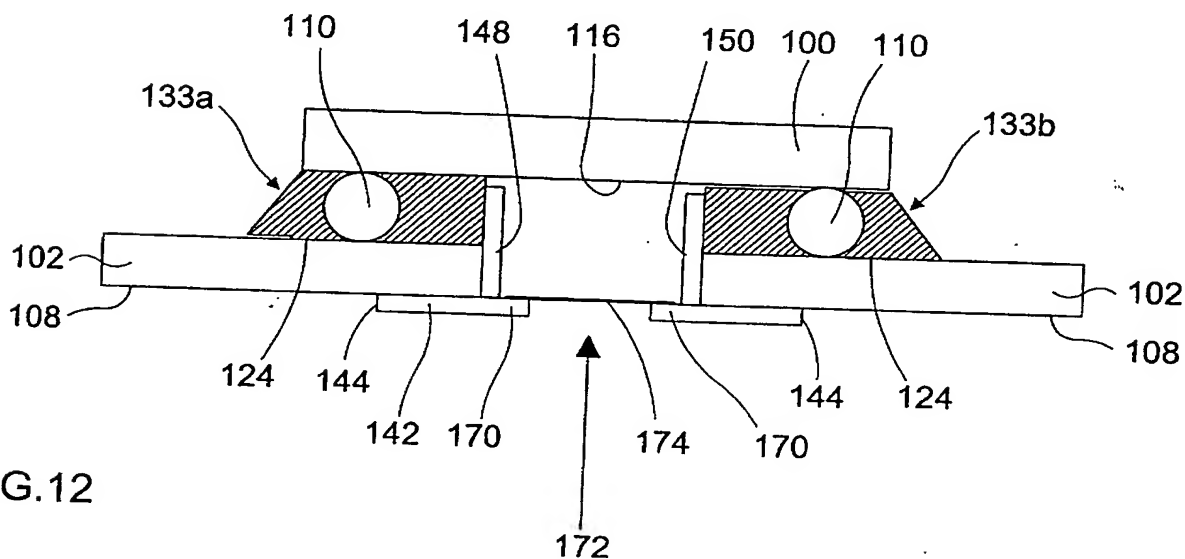


FIG. 12

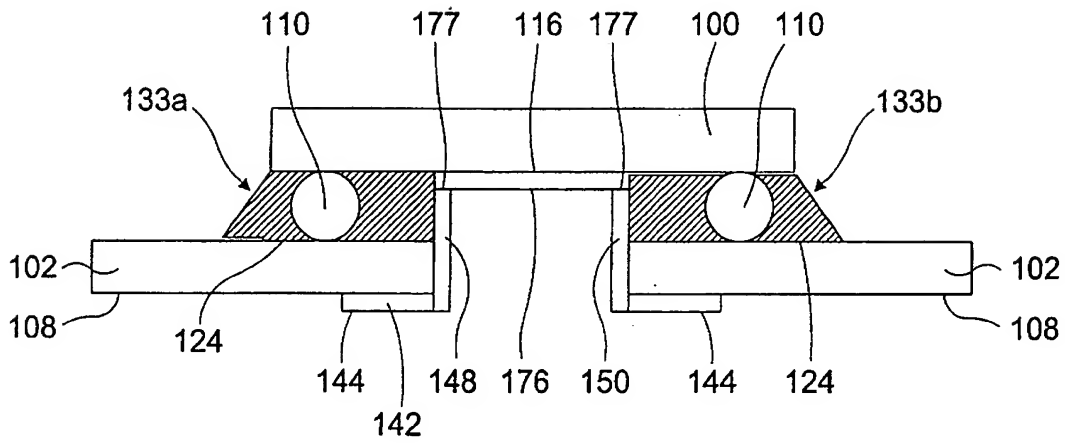


FIG. 13

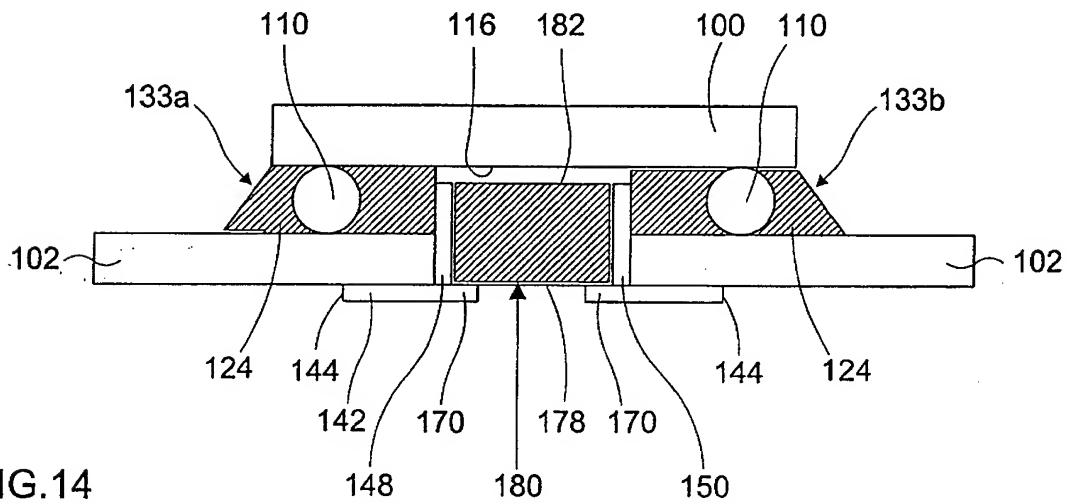


FIG. 14

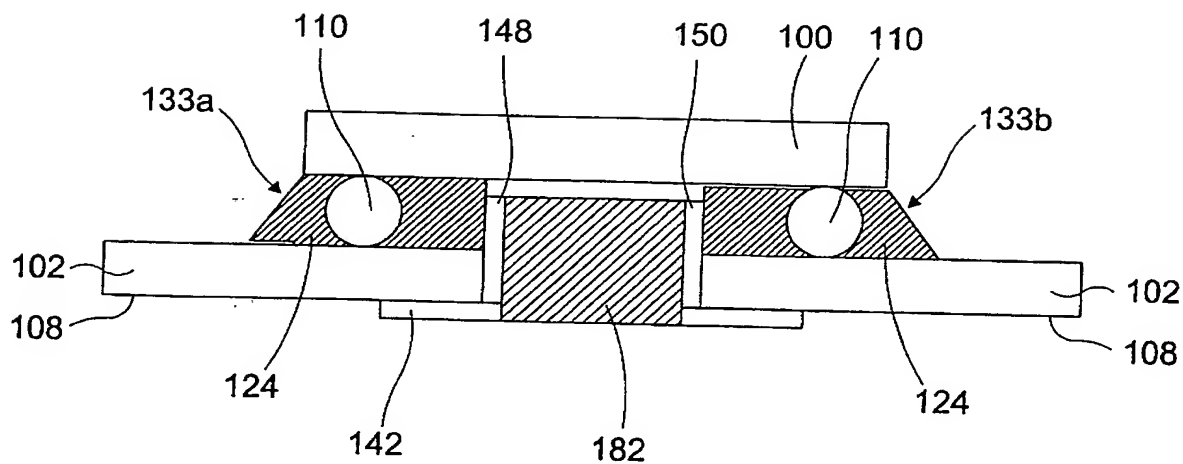


FIG. 15

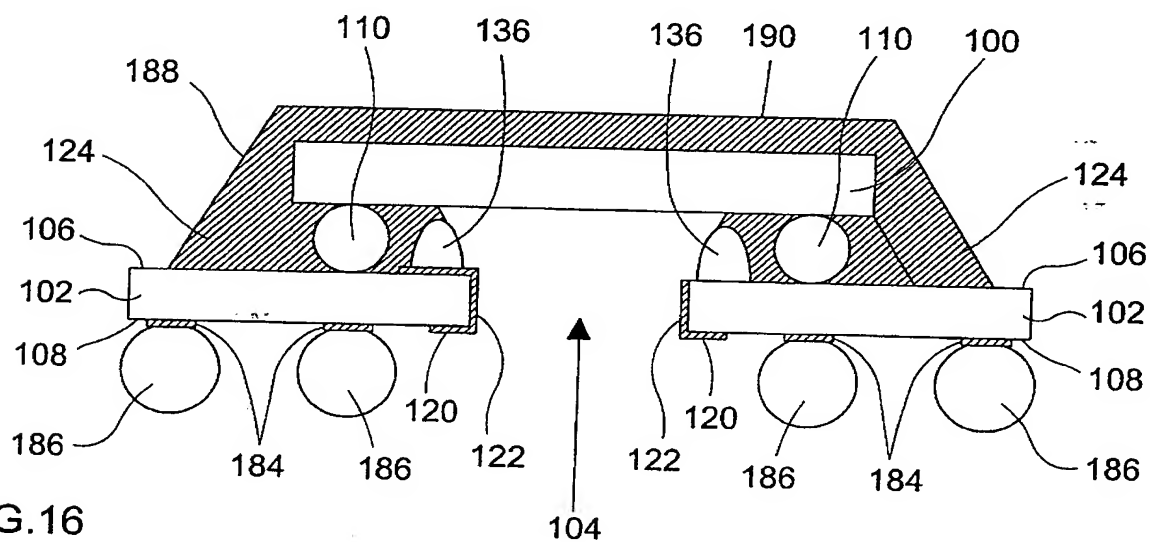


FIG. 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

~~BEST~~ AVAILABLE COPY

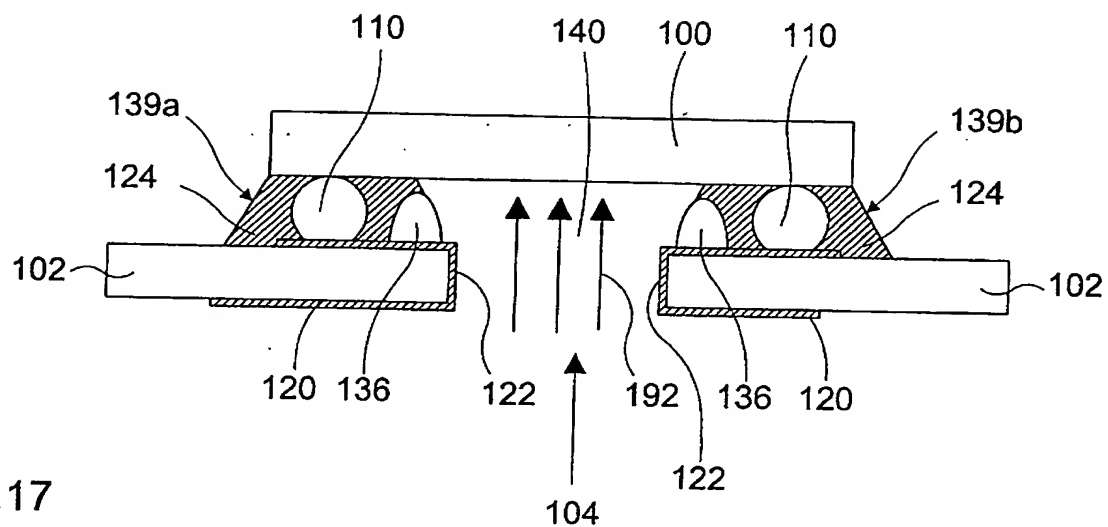


FIG.17

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BEST AVAILABLE COPY